

CONTENIDO DE HULE Y RESINA EN DIPLOIDES, TETRAPLOIDES E HIBRIDOS EN GUAYULE (*Parthenium argentatum G.*)*

Sathyannarayanaiah Kuruvadi¹

Edgar E. Guzmán Medrano²

Fernando Borrego Escalante³

Encarnación Mariano Escobedo⁴

RESUMEN

Se evaluaron diez genotipos de guayule, de los cuales fueron dos diploides, cinco tetraploides y tres híbridos en dos años consecutivos (1985-1986) bajo temporal, con el objetivo de comparar las características agronómicas y estudiar correlaciones fenotípicas. El análisis de varianza indicó diferencias altamente significativas para las características: porcentaje de hule, resina, altura y cobertura en ambos años y, además, el análisis combinado.

El porcentaje de hule varió entre 2.98% a 10.08% y 3.6 a 12.2% en los años 1985 y 1986, respectivamente. Los tetraploides produjeron el máximo contenido de hule siguiéndole los diploides y los híbridos interespecíficos. Los tetraploides manifestaron 43.24 y 166.71% de más porcentaje de hule, en comparación con los diploides e híbridos respectivamente en el año de 1985; esta misma tendencia se observó también en 1986. Los genotipos UAAAN6001, G.11604, A48118 y G11605 sobresalieron para el rendimiento de hule a través de los dos años. Los híbridos expresaron alta vigorosidad en crecimiento, altura, cobertura y grosor del tallo, los cuales contribuyeron para aumentar la biomasa.

Se detectó una asociación positiva y altamente significativa entre el porcentaje de hule y resina. Además se encontró una fuerte correlación entre altura con cobertura y grosor del tallo.

1 Ph.D, 2 y 3 M.C. Maestros-Investigadores del Depto. de Fitomejoramiento. UAAAN.
4. Tesista

INTRODUCCION

El guayule (*Parthenium argentatum* G.), es una especie originalmente silvestre en diferentes Estados del Norte de México y región del Big Bend en el Estado de Texas en E.U., con tendencias actuales a su domesticación, dado que es un cultivo de potencial comercial para las zonas áridas. El guayule pertenece a la familia Asteraceae y produce hule natural de buena calidad, útil en la fabricación de llantas para todo tipo de vehículos, ya que posee características favorables de elasticidad, resistencia, adhesividad y baja generación de calor.

El guayule, a través de la historia ha mostrado su potencial y ha sido fundamental en la extracción de hule entre los años de 1905 a 1950. Durante este período, México tuvo autosuficiencia en hule natural y además exportó el 50% de hule requerido por Estados Unidos. Actualmente México gasta 50 millones de dólares al año, por concepto de importación de hule de diferentes países. Con el fin de evitar este tipo de fugas de divisas, muchos científicos sugieren como alternativa, reiniciar la extracción de hule de poblaciones naturales, mejoramiento genético para desarrollar variedades altamente rendidoras, y estructurar un paquete tecnológico como estrategias para alcanzar autosuficiencia de hule en México.

Generalmente el guayule es una especie muy compleja, con mecanismos de reproducción sexual y apomixis, diferentes niveles de ploidía, autoincompatibilidad e introgresión de genes de otras especies. Sin embargo, el guayule se puede considerar como una especie sumamente manipulable bajo mejoramiento genético del cultivo.

El guayule es la única especie de importancia económica dentro del género *Parthenium*. Se han realizado cruas interespecíficas de guayule con diferentes especies (*P. incanum*, *P. confertum*, *P. fruticosum*, *P. bipinnatifidum*, *P. tomentosum*, *P. rollinsianum*, *P. schottii*, *P. hysterophoras*, *P. hispidum*, *P. integrifolium*, *P. alpinum* y *P. ligulatum*), con el objetivo de incorporar algunas características útiles como son: vigorosidad, rápido crecimiento, alta producción de biomasa, resistencia a enfermedades, a temperaturas altas y bajas, y para estudiar la citogenética del guayule en las cruas interespecíficas (Kuruvadi y Guzmán, 1987).

Dentro de la literatura publicada sobre el guayule, es escasa la información relacionada con la comparación de características entre los genotipos de híbridos interespecíficos, diploides y tetraploides, razón por la cual, en esta investigación se utilizaron tres híbridos interespecíficos, dos diploides y cinco tetraploides, con el objetivo de comparar cuantitativamente las características en estos tres grupos de genotipos en dos años sucesivos, y estudiar las correlaciones entre diferentes pares de características agronómicas.

REVISION DE LITERATURA

Aproximadamente 500 especies de plantas producen algún porcentaje de hule natural, pero entre ellas, dos especies *Hevea brasiliensis* y *Parthenium argentatum* producen hule de mayor calidad económicamente.

Hari (1984), asegura que mundialmente se han iniciado investigaciones sobre guayule en: Australia, Francia, Rusia, Arabia Saudita, India, Egipto, Israel, Sudáfrica, Pakistán, China, Argentina y Brasil, tomando como base los estudios efectuados en Estados Unidos y México.

Tysdal *et al.* (1983) afirmó que en períodos relativamente cortos, la selección entre plantas altamente vigorosas y plantas apomíticas prometen un éxito moderado. La selección debe efectuarse a favor de las plantas con alta ramificación y buena altura, ya que son características que elevan el rendimiento de hule de la planta y, por consiguiente, la producción total por hectárea.

Foster (1979), expone que citogenéticamente el guayule varía en el número de cromosomas $2n = 2x = 36$ a $2n = 6x = 108$, así mismo, hace mención de que en condiciones de laboratorio produjo un individuo con 144 cromosomas.

Kuruvadi *et al.* (1986), examinaron una serie cromosómica desde 36 a 92 cromosomas, e indican que de 380 líneas estudiadas el 1.6% fueron diploides, 10.6% triploides, 81.6% tetraploides, 2.4% pentaploides y 3.4% aneuploides, que se encontraron en poblaciones nativas de México. Los tetraploides son favorecidos en la selección natural por su mayor vigor con crecimiento.

Rollins (1950) y Foster (1979), diferencian a las plantas diploides por presentar reproducción sexual y a poliploides por ser asexuales con apomixis; además, el primer autor señala que en laboratorio es posible distinguir entre una planta diploide y una planta poliploide, basándose en el tamaño del polen; el más pequeño corresponde al tipo diploide y los más grandes a los poliploides; de igual manera, en el campo, el tamaño de la flor de las hojas y de los tricomas en las hojas varían de acuerdo con el número cromosómico.

Naqvi *et al.* (1983) realizaron cruzas entre guayule con *P. tomentosum*, *P. fruticosum*, *P. schottii*, *P. rollinsianum*, *P. integrifolium* y sus resultados indicaron que los híbridos de mayor tamaño contenían menor porcentaje de hule, en comparación con otros de menor biomasa. El mismo autor enfatizó la necesidad de introducirle al guayule, a través del fitomejoramiento, los genes para el rápido aumento de biomasa sin reducción en el porcentaje de hule.

Waln y Toukdarin (1980), encontraron bajos porcentajes de germinación en la semilla de la F_1 de cruzas entre *P. argentatum* con *P. tomentosum*, *P. fruticosum* y *P. incanum*. Varios investigadores (Estilai *et al.* 1983; Naqvi *et al.* 1983; Rollins, 1950 y Tysdal, 1975), mencionaron que en general se puede observar en la progenie F_1 de cruzas entre guayule con otras especies del mismo género, que presentan características como lo son el rápido crecimiento e incremen-

to en biomasa, aunque los contenidos de hule no son elevados o bien son nulos. Sin embargo, se ha pronosticado y se ha constatado que mediante retrocruzamientos usando al guayule como progenitor recurrente, se obtienen progenies con más altos contenidos de hule que en el híbrido.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante el período de 1983 a 1986 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Los recursos genéticos fueron constituidos por dos diploides (California 3 y 4), dos híbridos procedentes de cruza interespecíficas: California 1 (*P. argentatum* x *P. tomentosum*) y California 2 (*P. argentatum* x *P. fruticosum*), los cuales fueron proporcionados por cortesía del fitomejorador de guayule, de la Universidad de California Shafter, Estados Unidos, y tres variedades tetraploides comerciales (G. 11604, G 11605 y A 48118) sobresalientes en hule. Se incluyeron dos líneas tetraploides (UAN 6001 y 6002) y un híbrido interespecífico natural, del banco de germoplasma de guayule de la UAAAN. Estas líneas presentan una variabilidad considerable para diferentes características agronómicas tales como: porcentaje de hule y resina, altura de planta, vigor, cobertura, etc.

La semilla de estos 10 genotipos se remojaron durante 8 horas con agua corriente de la llave y posteriormente se trataron con hipoclorito de sodio y ácido giberélico, para romper la dormancia del embrión y partes de la flor, y así obtener un mayor porcentaje de germinación. Las semillas tratadas se sembraron en las camas de invernadero de la UAAAN durante septiembre de 1983, y después de un desarrollo de 30 días fueron transplantadas en macetas individualmente. Posteriormente, de una estancia de cuatro meses en el invernadero, se trasplantaron al campo bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones.

La distancia entre surcos fue de 1 m, y entre plantas de 80 cm. Se aplicó un riego de trasplante y otro para establecimiento, y después se mantuvieron bajo condiciones de temporal. Se etiquetaron aleatoriamente tres plantas por tratamiento para efectuar las siguientes mediciones: altura, cobertura y grosor del tallo durante un período de dos años consecutivos (1985 y 1986). Sólo se muestrearon tres plantas por tratamiento para el análisis de hule y resinas, debido al alto costo de los reactivos requeridos y el restringido presupuesto. Además, en el guayule se presenta un alto nivel de apomixis, por lo tanto, tres muestras son apropiadas para obtener una información adecuada. Se muestreó la primera y segunda rama de cada planta etiquetada durante los dos años, para realizar análisis de hule y resina con el procedimiento analítico de Soxhlet.

Los promedios de las diferentes características agronómicas se utilizaron para calcular los análisis de varianza individuales y combinados, y las correlaciones fenotípicas entre las diferentes variables.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza individual (cuadro 1) y combinado (cuadro 2), indicó diferencias altamente significativas para características tales como: porcentaje de hule, resina, altura, cobertura entre tratamientos y para el grosor del tallo en un año (1986) solamente revelando una variabilidad considerable para las diferentes características agronómicas en los genotipos incluidos. Lo anterior es promisorio para identificar variedades con alto rendimiento de hule y resina y, además, se pueden seleccionar variedades con alto desarrollo en su biomasa. Naqvi (1985), López Benítez y Kuruvadi (1985) y Kuruvadi y Ayala (1987), evaluaron 14, 15 y 342 líneas de guayule respectivamente, y encontraron diferencias significativas en las características agronómicas citadas anteriormente. En relación a las características: porcentaje de hule, resina y altura, en este estudio se encontraron diferencias significativas entre años, mientras que para cobertura y grosor del tallo no se encontró ninguna significancia. Con respecto a la interacción del tratamiento por años no se detectaron diferencias significativas estudiadas.

Los promedios de las diferentes características agronómicas en los diploides, tetraploides e híbridos interespecíficos se presentan en el Cuadro 3. Se observa que el contenido de porcentaje de hule varió entre 2.98 a 10.08% con un promedio de 7.35 en el año de 1985, mientras que esta variación fue entre 3.6 a 12.2% con un promedio de 9.2% en el año de 1986. Considerando simultáneamente el porcentaje de hule durante los dos años, la línea 6001 produjo el máximo porcentaje de hule seguida por G.11604, A 48118 y G. 11605, todos tetraploides. López Benítez y Kuruvadi (1985) evaluaron 15 genotipos de guayule recibido del Laboratorio Nacional de Almacenamiento de Semillas, Fort Collins, E.U., e identificaron tres variedades (G. 11604, G. 11605 y A 48118) altamente rendidores de guayule, y recomendaron éstas para su cultivo comercial en México. Las mismas variedades fueron liberadas en E.U. para su siembra comercial por sus superiores rendimientos en pruebas de localidades múltiples (Niehus, 1983). Los tetraploides produjeron 43.24 y 166.71% más porcentaje de hule en comparación con los diploides e híbridos en el año de 1985, mientras que en el año de 1986 éstos fueron 18 y 168.2% respectivamente. Los tetraploides produjeron el máximo porcentaje de hule siguiéndole los diploides e híbridos interespecíficos.

Las variedades tetraploides tienen cuatro juegos de cromosomas ($4n = 4x = 72$) y producen semilla a través de apomixis. Por lo tanto, en un programa de hibridación de guayule, es preferible utilizar tetraploides como progenitores masculinos. Cuando una planta diploide es polinizada por una planta apomíctica, la progenie resulta generalmente ser apomíctica, y tendrá características de mayor contenido de hule y alto vigor de la planta, y cuenta con mayor biomasa e incrementa la producción de hule por unidad de área. Foster (1979), reportó que las variedades utilizadas para extracción de hule natural comercialmente, durante la Segunda Guerra Mundial y anteriormente, fueron variedades tetraploides.

Cuadro 1. Análisis de varianza para diferentes características agronómicas de guayule durante dos años (1985-1986).

Fuente de variación	Grado de libertad	Hule		Resina		Altura Planta		Cobertura		Grosor tallo	
		1985	1986	1985	1986	1985	1986	1985	1986	1985	1986
Repeticiones	2	2.102	3.676	0.076	6.152	82.789	16.840	308.617	162.232	0.485	0.675
Tratamientos	9	23.276**	35.369**	6.799**	17.626**	145.123**	163.671**	125.995**	142.252**	0.147NS	3.176**
Error	18	1.096	1.396	1.032	2.243	11.539	10.977	22.770	40.139	0.070	0.057
Total	29	12.967	19.489	4.440	11.44	93.299	94.684	120.058	129.291	0.197	0.228

** Significativo al 1%

NS No significativo

Cuadro 2. Análisis de varianza combinada de diferentes características agronómicas en guayule durante dos años (1985-1986)

Fuente de variación	Grado de libertad	Cuadrados medios		Grosor del tallo	
		Hule	Resina	Cobertura	Grosor del tallo
Experimentos	1	46.17	138.23	294.37	1.15
Años	1	46.17*	138.23**	294.37**	1.15NS
Dentro del experimento (E.A.)	4	4.97	3.11	49.81	0.85
Tratamientos	9	55.46**	20.22**	298.38**	0.31**
Tratamientos x años	9	1.65NS	3.60NS	10.42NS	0.02NS
Error	36	1.91	3.64	11.26	0.06

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

NS No significativo

Cuadro 3. Valores medios de diferentes características agronómicas de guayule en diploides, tetraploides e híbridos durante dos años (1985-1986).

Variedad	Hule (%)		Resina (%)		Altura planta (cm)		Cobertura (cm)		Grosor tallo (cm)	
	1985	1986	1985	1986	1985	1986	1985	1986	1985	1986
Diploides										
California 3	7.23	9.60	9.45	16.30	26.73	31.20	29.07	32.8	2.33	2.50
California 4	7.56	10.40	9.28	16.00	28.37	32.90	30.27	31.6	2.50	2.80
Promedio	7.40	10.00	9.36	16.15	27.55	32.10	29.67	32.2	2.42	2.70
Tetraploides										
G 11604	10.08	11.60	9.99	15.40	28.97	38.90	34.50	37.2	2.50	2.80
G 11605	9.55	11.40	10.67	12.60	30.53	34.00	36.90	40.1	2.63	2.70
A 48118	9.76	12.00	11.25	13.20	34.93	35.80	33.53	38.1	2.63	2.90
UAN 6001	9.83	12.20	10.86	13.00	26.87	32.60	28.67	31.1	2.23	2.50
UAN 6002	8.70	11.90	10.68	12.00	30.63	33.50	28.00	30.0	2.37	2.70
Promedio	9.58	11.80	10.69	13.20	30.39	35.00	32.32	35.3	2.47	2.70
Híbridos										
California 1	3.28	4.00	4.74	9.70	32.10	36.80	42.00	44.4	2.63	2.80
California 2	2.98	3.60	7.62	9.10	37.53	39.70	41.70	42.7	2.57	3.10
UAN 6003	4.52	5.70	8.36	12.90	50.40	56.30	46.47	51.2	3.03	3.20
Promedio	3.59	4.40	7.91	10.60	40.01	44.30	43.39	46.1	2.74	3.00
Promedio total	7.35	9.20	9.95	13.00	32.71	37.20	35.11	37.9	2.54	2.80

Los diploides manifestaron 105.6 y 127.3% más de porcentaje de hule, en comparación con los híbridos en 1985 y 1986, respectivamente. Las variedades de diploides contienen 36 cromosomas ($2n = 2x = 36$) y producen semilla a través de reproducción sexual y con unión de gametos masculinos y femeninos, y por división reductora. Las líneas diploides son muy útiles para ser empleadas como progenitor hembra en el programa de hibridación interespecífica con diferentes niveles de ploidía y en cruza interespecíficas, para generar nueva variación y seleccionar recombinantes superiores para elevar el contenido de hule.

Los híbridos produjeron un promedio de 3.59 a 4.44% de hule en 1985 y 1986, respectivamente, y tuvieron ligeras diferencias entre ellos. Además, expresaron bajo porcentaje en promedio de hule, y ningún híbrido fue suficientemente alto para ser estadísticamente igual a los diploides y tetraploides. Los híbridos produjeron bajo porcentaje de hule, lo que puede ser atribuido al hecho de que uno de los progenitores fueron las especies *P. tomentosum* y *P. fruticosum*, en las cuales el contenido de hule es nulo, y sólo *P. argentatum* contribuye con genes que controlan la producción de hule. Los híbridos contienen un 50% de constitución genética del guayule y un 50% de las otras especies, por lo tanto, el contenido de hule fue diluido en el híbrido interespecífico, aunque el híbrido mostró mayor vigor, más altura, cobertura y producción de biomasa. Para aumentar el rendimiento de hule en los híbridos, el fitomejorador debe analizar retrocruzamientos de los híbridos en líneas puras de guayule e identificar en la progenie del retrocruzamiento, plantas superiores con alto rendimiento de hule en combinación con crecimiento vigoroso y de tipo arbóreo. La progenie del retrocruzamiento del guayule, tendrá así, una constitución genética de 75% de guayule y 25% genes de la otra especie y, por consiguiente, existe la posibilidad de aumentar el porcentaje de hule. Foster (1979) y Estilal (1983), sugirieron de igual manera, efectuar retrocruzamientos del híbrido interespecífico con guayule, con el propósito de aumentar el porcentaje de hule en los híbridos.

La resina constituye el segundo producto de importancia económica en el guayule, por su contenido de aceites esenciales, betaína, ácidos grasos, ceras y otros constituyentes químicos de importancia. Generalmente, el contenido de resina en la corteza de los tallos verdes y las raíces de guayule oscilan entre 7 a 10% en su peso seco (Foster, 1979). En esta investigación los promedios de resina en los tetraploides, diploides e híbridos fueron 10.69, 9.36 y 7.91%, respectivamente en 1985; los tetraploides registraron más alto promedio de resina y se consideran estadísticamente iguales a los diploides en 1985, pero no a los híbridos. Kuruvadi (1986a) indicó que generalmente las plantas de guayule producen mayor cantidad de resina en comparación al porcentaje de hule, tanto bajo condición de riego como de sequía.

Las características más importantes en la contribución total de biomasa de la planta son: altura, cobertura de la planta, grosor del tallo, número de ra-

mas y sus pesos. Las líneas que destacan su mayor altura y cobertura indican mayor vigor y rapidez de crecimiento, en comparación con las líneas de menores incrementos. Para la altura de la planta, los híbridos, tetraploides y diploides manifestaron un promedio de 44.3, 35.0 y 32.1, respectivamente en 1986; los híbridos presentaron 37.5% y 6.8% en 1985 y 26.2% y 49.2% en 1986, de mayor altura en comparación a los tetraploides y diploides, respectivamente. Los tetraploides presentaron 9% de más altura con respecto a los diploides, y alcanzaron un desarrollo intermedio entre híbridos y diploides. Los híbridos presentaron los mayores valores en altura dado que poseen genes de otras especies del género *Parthenium*, los cuales exhiben más altos desarrollos como el tipo arbóreo.

Un conocimiento de la correlación existente entre el rendimiento y sus componentes facilita una mejor interpretación de datos; además, puede ser una herramienta útil para planear un eficiente programa de fitomejoramiento y determinar metodología de selección efectiva. Las asociaciones pueden indicar al fitomejorador características importantes y no importantes en un programa de selección para tomar las decisiones apropiadas, para lograr el éxito en el mejoramiento de los cultivos (Kuruvadi, 1986b). Las correlaciones fenotípicas entre las diferentes características agronómicas se presentan en el cuadro 4, en el que se puede observar que existe una correlación positiva y altamente significativa entre el porcentaje de hule con el porcentaje de resina en forma consistente en ambos años y combinado; éste indica que si se aumenta el porcentaje de hule, de igual manera se incrementa el porcentaje de resina. El porcentaje de hule no presentó correlación con ninguna característica morfológica visible de planta en guayule. La altura de planta presentó correlación positiva y altamente significativa con la cobertura y grosor del tallo en los dos años y combi-

Cuadro 4. Correlaciones fenotípicas entre diferentes características agronómicas de guayule durante 1985-1986 y combinado.

Carácter		Resina	Altura de planta	Cobertura	Grosor del tallo
Hule	1985	0.844**	-0.546	-0.717*	-0.463
	1986	0.837**	-0.485	-0.716*	-0.531
	Combinado	0.818**	-0.362	-0.584	-0.241
Resina	1985	-	-0.579	-0.865**	-0.550
	1986	-	-0.097	-0.409	-0.300
	Combinado	-	-0.012	-0.290	-0.066
Altura	1985	-	-	0.785**	0.897**
	1986	-	-	0.820**	0.867**
	Combinado	-	-	0.816**	0.874**
Cobertura	1985	-	-	-	0.863**
	1986	-	-	-	0.800**
	Combinado	-	-	-	0.808**

** Significativo al 1%

* Significativo al 5%

nado. En el mismo sentido, se encontró una fuerte asociación entre cobertura y grosor del tallo. Las tres variedades involucradas con la biomasa presentan una estrecha relación. Las correlaciones fenotípicas indicaron que un aumento en la altura de la planta, la cobertura y el grosor del tallo, también incrementan automáticamente la producción de biomasa, e indirectamente la producción total del hule. Lo anterior es reforzado por Ray *et al.* (1983) y López Benítez y Kuruvadi (1986) que indican que la biomasa es un buen estimador del rendimiento total de hule, y sugieren que el carácter biomasa puede ser utilizado como selección indirecta para identificar plantas con alto potencial en la producción de hule.

CONCLUSIONES

1. Existe una variabilidad considerable para el porcentaje de hule, resina, altura y cobertura en los genotipos estudiados.
2. Las líneas UAAAN 6001, G11604, A48118 y G11605, fueron sobresalientes en la manifestación de hule.
3. Las líneas tetraploides produjeron 43.24 y 166.71% en 1985 y 18 y 168.2% más hule, en comparación de diploides e híbridos, respectivamente.
4. Los híbridos presentaron mayor altura y cobertura en comparación con los tetraploides y diploides, lo cual es importante para incrementar biomasa.
5. Para aumentar el porcentaje de hule en los híbridos, se recomienda realizar retrocruzamiento del híbrido con guayule.
6. Se detectó una correlación positiva y significativa, entre el porcentaje de hule y resina en forma consistentemente de dos años.

LITERATURA CITADA

- Estilaj, A., H.M. Tysdal; P.F. Knowles and I.A. Siddiqui. 1983. Variability for rubber content in the segregation generations of guayule interspecific hybrids. Program and Summaries. Guayule Rubber Society. Riverside, California, U.S.A. p. 26.
- Foster, K.E. 1979. A sociotechnical survey of guayule rubber commercialization: A state of the art report. Office of the arid land studies. University of Arizona, Tucson and Midwest Research Institute, Kansas City, Missouri, U.S.A.
- Hari, M.F. 1984. Feasibility of commercial development of guayule crop in India. Guayule Rubber Society Inc. Program and Summaries. Fifth annual conference, Washington, D.C. p. 82.

- Kuruvadi, S. 1986a. Evaluation of genetic resources of guayule in México. *El Guayulero. Journal of the Rubber Society.* 7 (1 and 2): 24-26.
- _____. 1986b. Utilidad de correlaciones en el mejoramiento genético de los cultivos. *Comunna periódico de la UAAAN.* 129:10-11.
- _____. M.E. Alcalá and A.L. Benítez. 1986. Cytological analysis of level of ploidy in guayule. *El Guayulero. Journal of the Rubber Society.* 7 (3 and 4): 28-31.
- _____. y Ayala, Carmen L. 1987. Variabilidad para el contenido de hule en ciertas colecciones nativas de Guayule. *UAAAN. México. Agraria Revista Científica.* 2 (2): 16-28.
- _____. y Guzmán Medrano Edgar. 1987. Cruzas interespecíficas en guayule. *Comunna Periódico de la UAAAN.* 136: 9-10.
- López Benítez, L.A. y Kuruvadi, S. 1985. Variation for yield components and correlations in Guayule. *El Guayulero Journal of the Rubber Society.* 7 (1 and 2): 19-23.
- Naqvi, H.H. 1985. Variability in rubber content among USDA Guayule lines. *Bull Torr. Bot. Club.* 112(2): 196-198.
- Naqvi, H.H., Víctor, B.Y., Mohan, H.B., Ramin, Y., and Eloy, R. 1983. Guayule breeding for improved yield, phenotypic variability and rubber content of some interspecific hybrids. Fourth Annual Conference, Guayule Rubber Society, University of California, Riverside. June 1983. p. 24.
- Niehaus, M.H. 1983. The role of guayule administrative management committee in guayule comercialization/research. *El Guayulero.* 5(2 and 3): 15-19.
- Ray, D.T. Garrot and M.R. Rose. 1983. Aspects of yield components in guayule breeding. In: *Proc. 4th Annual Guayule Society Conference, Riverside, C.A. USDA.* June 1983, p. 25.
- Rollins, D.C. 1950. The guayule rubber plant and its relatives. *Contribution 172:* 1-72. Gray Herbarium.
- Tysdal, H.M. 1975. Genetic and Agronomic Research. In M.C. Ginnies, W.G., and E.F. Hasse (Ed.). *An International conference on the utilization of guayule.* University of Arizona. Tucson. Arizona, USA. p. 118-119.
- _____. A. Estilai, P.F. Knowles, I.A. Siddiqui. 1983. New promising guayule selections with increased yield. Program and summaries. Fourth annual conference of the Guayule Rubber Society. Riverside, California, U.S.A. p. 23.
- Waln, K.A. and K. Toukdarin. 1980. Interspecific Hybridization. First International Guayule Conference. Riverside, California, U.S.A. p. 35.